

**PROYECTO: RETIRO PROVISIONAL DE LINEA DEL EVAPORADOR 1C PARA
REALIZAR TRABAJOS DE LIMPIEZA Y ADECUACIÓN DE VALVULAS
(MANTENIMIENTO PREVENTIVO)**

MANUEL ALEJANDRO LEON IBARRA

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
PROGRAMA DE INGENIERIA MECANICA
PEREIRA**

2020

**PROYECTO: RETIRO PROVISIONAL DE LINEA DEL EVAPORADOR 1C PARA
REALIZAR TRABAJOS DE LIMPIEZA Y ADECUACIÓN DE VALVULAS
(MANTENIMIENTO PREVENTIVO)**

MANUEL ALEJANDRO LEON IBARRA

PRACTICA CONDUCENTE A TRABAJO DE GRADO

DOCENTE GUIA: PhD JOSE LUIS TRISTANCHO REYES

JEFE: ING HEBERTH BELALCAZAR ORDOÑEZ

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

PROGRAMA DE INGENIERIA MECANICA

PEREIRA

2020

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

PEREIRA 00/00/00

Contenido

RESUMEN.....	8
INTRODUCCION	9
1. PROCESO DE LA CAÑA DE AZUCAR EN EL INGENIO PICHICHI S.A.	10
1.1 RECIBO DE CAÑA, PREPARACION DE CAÑA Y MOLIENDA.....	10
1.2 ELABORACION.	10
1.3 ALMACENAMIENTO Y DESPACHO.	11
2 EVAPORADOR 1C	12
2.1 FUNCIONAMIENTO Y COMO ESTA COMPUETO.....	12
3 PROYECTO: RETIRO PROVISIONAL DE LINEA DEL VAPORADOR 1C PARA REALIZAR TRABAJOS DE LIMPIEZA Y ADECUACIÓN DE VALVULAS (MANTENIMIENTO PREVENTIVO)	15
3.1 VALVULAS DE VAPOR Y ADECUACIONES.	15
3.1.1 ENTRADA DE VAPOR	15
3.1.2 SALIDA DE VAPOR.	22
3.2 BYPASS PARA ENTRADA Y SALIDA DE JUGO.....	29
3.3 COSTOS DEL PROYECTO.....	31
3.3.1 COSTOS DE LOS MATERIALES DEL PROYECTO.....	31
3.3.2 COSTOS DE MANO DE OBRA DEL PROYECTO.....	34

Tabla de figuras

Figura 1 Desarrollo de reducción 16" a 10"	20
Figura 2 Desarrollo de reducción 14" a 10"	20
Figura 3 Plataforma de acceso a válvula de la primera entrada de vapor	21
Figura 4 Plataforma de acceso a la válvula de salida de vapor.	25
Figura 5 Cargas aplicadas	26
Figura 6 Apoyos de la estructura.	26
Figura 7 Deformación en la estructura.....	27
Figura 8 Diagrama de esfuerzos máximos de la viga más crítica.	28
Figura 9 Diagrama de esfuerzos mínimos de la viga más crítica.....	28
Figura 10 Entrada de jugo y salida de jarabe con bypass y válvulas	30

Tabla de imágenes

Imagen 1 Entrada de jugo y salida de jarabe.....	12
Imagen 2 Primera entrada de vapor flash.....	13
Imagen 3 segunda entrada de vapor flash	13
Imagen 4 salida de vapor.....	14
Imagen 5 Entrada de jugo y salida de jarabe sin bypass	29

TABLAS

Tabla 1: PROPIEDADES DE VAPOR A LA ENTRADA DEL EQUIPO.....	16
Tabla 2: CÁLCULOS DE CAUDAL Y FLUJO MÁSSICO EN LA ENTRADA DEL EVAPORADOR	18
Tabla 3 PROPIEDADES DE VAPOR A LA SALIDA DEL EQUIPO	22
Tabla 4 CÁLCULO DE VELOCIDAD EN LA SALIDA DE EVAPORADOR	24

RESUMEN

En el presente documento se presentará un proyecto en el cual se busca sacar de línea un equipo de la empresa **INGENIO PICHICHI S.A.** conocido como evaporador, sin detener la producción de la planta, donde se podrá ver la propuesta que se plantea para realizar esta acción con los costos que conlleva la realización de este proyecto.

INTRODUCCION

En el sector azucarero de utilizan diferentes procesos para la transformación de la materia prima, en este caso la caña de azúcar, a un producto final ya sea etanol o azúcar, entre estos procesos están: Molienda, clarificación, sulfatación, evaporación, centrifugado, entre otros, además de estos procesos en muchos ingenios se genera energía eléctrica por medio de vapor, el cual no solo cumple la función de generar energía eléctrica, además de esto el vapor residual del proceso de generación y molienda es usado para realizar otras tareas como la evaporación del jugo de caña de azúcar.

En las calderas del INGENIO PICHICHI S.A. es usado el bagazo resultado de la molienda como combustible de las calderas y el bagazo sobrante es vendido a diferentes empresas, es por esto por lo que al disminuir el consumo de bagazo se tiene un ahorro de energía, entre más bagazo sobre mas ganancias representaran a la empresa, por lo que una reducción en gasto energético en la empresa representa grandes beneficios económicos como en eficiencia de los equipos.

En los equipos conocidos como evaporadores se incrustan residuos del jugo de caña de azúcar el cual es producto del proceso de molienda, estos residuos ocasionan que la eficiencia del equipo sea menor, en el transcurso de unos días resulta necesario detener la fábrica para realizar labores de limpieza en este equipo, por lo cual al limpiar este equipo sin necesidad de detener la fábrica por completo a costa de bajar la producción un poco, resultan muchos beneficios al realizar estas labores, es por esto que se plantea realizar un proyecto en el cual se pueda sacar de línea un evaporador sin detener la fábrica.

1. PROCESO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN EL INGENIO PICHICHI S.A.

1.1 RECIBO DE CAÑA, PREPARACION DE CAÑA Y MOLIENDA

La caña de azúcar que llega se pesa en las basculas y se descarga con ayuda de grúas tipo hilo en las mesas de caña las cuales tienen bandas transportadoras las cuales tienen dos funciones que son: transportar la caña a las picadoras y remover los cuerpos extraños de cada lote que ingresa a la línea de producción luego cada lote de caña ingresa a un conductor el cual transporta la caña de azúcar por las picadoras para que la caña este completamente deshecha (la caña en este estado se conoce en la planta como caña preparada) continua hacia los molinos para dar inicio al proceso de molienda, la caña preparada ingresa al primer molino en el cual se extrae la sacarosa de la caña de azúcar, además es lavada con agua caliente proveniente del segundo molino, este proceso se repite al pasar por los cinco molinos que dispone la empresa para dar inicio al proceso de elaboración. De este proceso se obtienen dos productos el bagazo el cual es utilizado como biomasa para las calderas y para venta a otras empresas, también se obtiene como producto el jugo de caña de azúcar rico en sacarosa

1.2 ELABORACION.

El jugo se pasa al tanque de alcalización para regular su acidez y evitar la destrucción de la sacarosa presente en él, el jugo ya alcalizado es bombeado hasta los calentadores en los cuales se elevan su temperatura hasta un punto cercano a la temperatura de ebullición, luego de esto se obtiene un jugo conocido como jugo claro el cual es un 15% de sacarosa, este jugo se somete a una serie de calentamientos para luego pasar por un filtro por el cual ingresa el jugo y quedan impurezas que se conocen como cachaza (se utiliza como abono en la plantación de caña de azúcar), el jugo pasa a evaporación en donde se le retira un 80% de agua para obtener el jarabe que luego ingresara a cristalización el cual es llevado a cabo en tachos al vacío en donde se siembran cristales diminutos de sacarosa para que estos crezcan, los cristales ya formados y mieles pasan a las maquinas centrifugas en donde se separan los cristales de las mieles, las cuales son un sub producto del proceso del azúcar, los cristales que salen de las centrifugas tienen un humedad del 1% por lo que es necesario eliminar esta humedad, para esto los cristales pasan por las secadoras y después por enfriadoras para luego pasar a las tolvas de embace.

1.3 ALMACENAMIENTO Y DESPACHO.

En la bodega de producto terminado la azúcar ya empacada se le realiza un análisis de calidad en donde certifica y habilita su despacho, finalmente se carga en los vehículos de transporte y se despacha hacia donde el cliente lo haya indicado.

2 EVAPORADOR 1C

2.1 FUNCIONAMIENTO Y COMO ESTA COMPUETO

Un evaporador por flash trabaja de la siguiente manera: el agua sube por uno o más tubos verticales internos que se encuentran dentro del evaporador, el agua al encontrarse con una zona de menor presión se esparce como una lluvia de gotas y se vaporiza.

(Adriana Ovejero, 2003)

El evaporador 1C es un intercambiador de calor compuesto por un cuerpo de fundición el cual cuenta con una entrada de jugo claro y una salida de jarabe en la zona inferior, dos entradas de vapor en la zona intermedia y una salida de vapor en la zona superior.

En el interior del cuerpo se ubica un banco de tubos por el cual ingresa el jugo claro que es calentado con vapor flash en flujo cruzado (el vapor flash se genera cuando un líquido condensado de alta temperatura y presión sufre una caída de presión) y este disminuye la humedad del jugo en un 80%, este jugo pasa a ser un jarabe al disminuir su humedad, el jarabe es conducido a un tubo de un diámetro mayor a los del banco ubicado en el centro del cuerpo para luego salir del cuerpo.

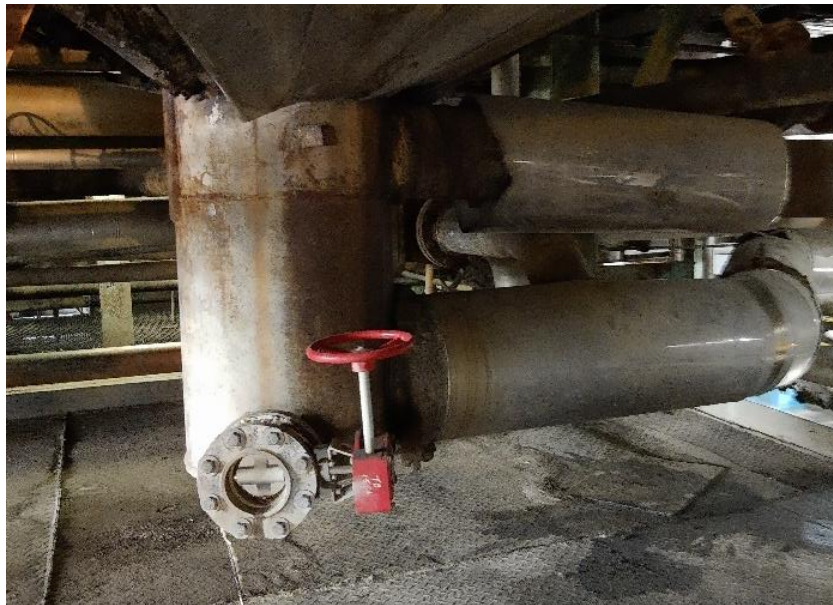


Imagen 1 Entrada de jugo y salida de jarabe



Imagen 2 Primera entrada de vapor flash



Imagen 3 segunda entrada de vapor flash



Imagen 4 salida de vapor

3 PROYECTO: RETIRO PROVISIONAL DE LINEA DEL VAPORADOR 1C PARA REALIZAR TRABAJOS DE LIMPIEZA Y ADECUACIÓN DE VALVULAS (MANTENIMIENTO PREVENTIVO)

3.1 VALVULAS DE VAPOR Y ADECUACIONES.

El evaporador 1C cuenta con 2 entradas de vapor como es mencionado en **El Capítulo 2** la primera entrada (Imagen 2) cuenta con un codo a 90° de 18" fundido al cuerpo del equipo, al final del codo encontraremos un flanche de 18" el cual se conecta a otro flanche de 16" que pertenece a una válvula de compuerta de 16" la cual esta soldada a una reducción de 16" a 14" que esta soldada a una tubería de 14" que llega hasta el tubo de alimentación de vapor flash y la segunda entrada es de 12", cuenta con un niple fundido al cuerpo el cual tiene un flanche soldado que se asegura con pernos a una válvula de 12" la cual está asegurada a un codo de 12" a 90° por medio de pernos y un flanche, este codo esta soldado a una reducción de 14" a 12" la esta soldada a una tubería de 14" que llega hasta el tubo de alimentación de vapor flash, cada una de las entradas cuenta con una válvula de compuerta las cuales ya han cumplido su vida útil, además a esto ocupan mucho espacio, por esto es necesario sustituir estas válvulas por unas nuevas para garantizar la seguridad de los colaboradores del **INGENIO PICHICHI S.A.** que estén desarrollando tareas de mantenimiento cuando este equipo sea sacado de línea.

Para el cambio de estas válvulas se harán cálculos para determinar el diámetro adecuado para cumplir con los parámetros dados por la empresa y buscar que el proyecto no tenga un alto costo económico, pero que sea seguro para los colaboradores, además a esto es necesario considerar alguna plataforma para tareas de mantenimiento y operación de las válvulas si estas lo requieren.

En la salida de vapor no se cuenta con una válvula por lo cual es necesario que cuente con una para poder sacar de línea el equipo. Como se puede observar en la Imagen 4 la salida de vapor del equipo se encuentra en una zona de difícil acceso por lo cual es necesario diseñar una plataforma permanente para realizar tareas de mantenimiento a la válvula y facilitar la operación de la válvula.

3.1.1 ENTRADA DE VAPOR

3.1.1.1 CÁLCULOS DE ENTRADA DE VAPOR AL EVAPORADOR 1C.

Los valores de presión fueron tomados de los manómetros que se encuentran en las entradas y la salida de vapor con estos valores se obtuvo la temperatura y volumen

especifico, ya que no es un valor exacto el cual este contenido en tablas termodinámicas para las presiones que arroja el manómetro en las dos entradas del equipo se realizó una interpolación lineal para calcular los valores de temperatura y volumen especifico con los valores obtenidos de la tabla A-5E (ÇENGEL, 2011).

Tabla 1: PROPIEDADES DE VAPOR A LA ENTRADA DEL EQUIPO

PROPIEDADES DE VAPOR A LA ENTRADA	
P [psig]	14,1
T [°C]	120
vol. Esp. [m ³ /kg]	0,891304

En los siguientes cálculos se usan los diferentes diámetros en tubería más usados en la industria para el cálculo del flujo masico de vapor el cual debe ser tener un mínimo de 11000 lbm/h lo que equivale a 4989,52 kg/h, conservando una velocidad de 108000 m/h, estos parámetros se deben conservar en las dos (2) entradas de vapor presentes en el equipo.

Los cálculos que se realizarán con los diferentes diámetros de tubería serán los siguientes:

- Área transversal de la tubería.
- Caudal.
- Flujo masico.

Ecuaciones utilizadas:

- $A = \frac{\pi}{4} D^2$
- $\dot{Q} = A * V$
- $\dot{m} = \frac{\dot{Q}}{v}$

A: AREA TRANSVERSAL DE LA TUBERIA.

D: DIAMETRO.

\dot{Q} : CAUDAL.

V: VELOCIDAD LINEAL.

\dot{m} : FLUJO MÁSIKO.

v : VOLUMEN ESPECIFICO.

A continuación, se observará como se realizan los cálculos de la primera fila de la TABLA 3, los cuales se realizan igualmente en todas las filas.

- Cálculo de área.

$$A = \frac{\pi}{4} (00203m)^2$$

$$A = 0,03228 \text{ m}^2$$

- Cálculo de caudal.

$$\dot{Q} = 0,03228 \text{ m}^2 * 108000 \frac{\text{m}}{\text{h}}$$

$$\dot{Q} = 3485,75 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

- Cálculo de flujo másico.

$$\dot{m} = \frac{3485,75 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{0,891304 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}}$$

$$\dot{m} = 6164,5 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Tabla 2: CÁLCULOS DE CAUDAL Y FLUJO MÁSICO EN LA ENTRADA DEL EVAPORADOR

ENTRADA						
SCHEDULE 40			Área [m ²]	V [m/h]	Caudal [m ³ /h]	Flujo másico [kg/h]
Diámetro nominal [in]	Diámetro [in]	Diámetro [m]				
8	8,0	0,203	0,03228	108000	3485,75	3910,84
10	10,0	0,255	0,051	108000	5494,35	6164,40
12	12,0	0,305	0,073	108000	7880,31	8841,33
14	13,1	0,333	0,087	108000	9425,70	10575,18
16	15	0,381	0,114	108000	12312,99	13814,58
18	16,876	0,429	0,144	108000	15585,48	17486,15
20	18,814	0,478	0,179	108000	19370,61	21732,89
24	22,626	0,575	0,259	108000	28015,39	31431,91
32	30,6236	0,778	0,475	108000	51320,82	57579,48

3.1.1.2 SELECCIÓN VALVULAS EN LA ENTRADA DE VAPOR DEL EVAPORADOR 1C Y ADECUACIONES PARA SU INSTALACION.

Basándose en los cálculos realizados en la TABLA 3 y cumpliendo con los parámetros dados por la empresa, siendo estos un flujo masico de al menos 22000 lb/h distribuidos en dos entradas de igual diámetro, se concluye que el diámetro de tubería que se debe usar es de diez (10) pulgadas Schedule 40, siendo esta una tubería fácil de encontrar comercialmente, y con este mismo diámetro la selección de las válvulas en ambas entradas.

3.1.1.2.1 SELECCIÓN DE VALVULAS.

Válvulas de Mariposa

Este tipo de válvulas son uno de los más antiguos que se conocen. Son sencillas ligeras y de bajo costo. El uso principal de las válvulas de mariposa es para servicio de corte y de estrangulación cuando se manejan grandes volúmenes de gases y líquidos a presiones relativamente bajas.

Su diseño evita la acumulación de sólidos y produce baja caída de presión.

(González, Matamoros, & Oronel, 2005)

Se seleccionan dos válvulas tipo mariposa de diez pulgadas (10“) debido a que se manejará un gran volumen, las presiones usadas son bajas y estas válvulas no se usarán para regular caudal, solo para cortar el flujo cuando sea requerido.

3.1.1.2.2 ADECUACIONES PARA INSTALACION DE VALVULAS DE ENTRADA.

3.1.1.2.2.1 REDUCCIONES.

Para disminuir costos y reutilizar la tuberías ya existentes se instalarán cuatro (4) reducciones, una (1) de 16” a 10” que se conectara por medio de una brida al codo que esta soldado al cuerpo del evaporador y una (1) de 14” a 10” que se conectara a la tubería derivada de la tubería madre de vapor flash, estas en la primera entrada de vapor (Imagen 1) y dos (2) en de 12” a 10” en la segunda entrada de vapor, de las cuales las dos (2) que se instalaran en la primera entrada de vapor serán fabricadas en el taller de la empresa INGENIO PICHICHI S.A, ya que comercialmente no se cuentan con reducciones de las relaciones de diámetros requeridas, estas reducciones serán construidas de láminas de 3/8” de espesor basándose en los desarrollos de la Figura 1 y Figura 2.

DESARROLLO DE REDUCCIÓN 16 A 10 (0,08 : 1)

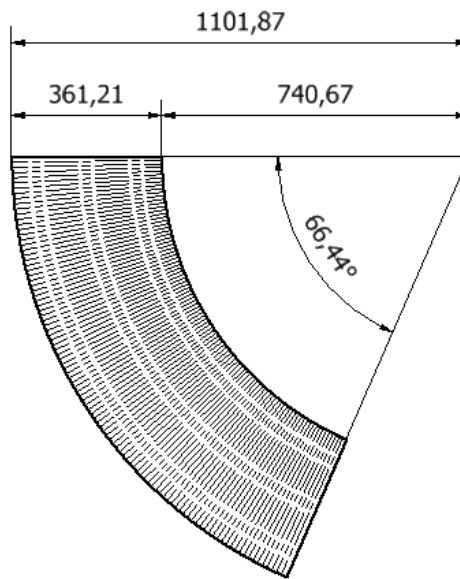


Figura 1 Desarrollo de reducción 16" a 10"

DESARROLLO DE REDUCCIÓN 14 A 10 (1 : 10)

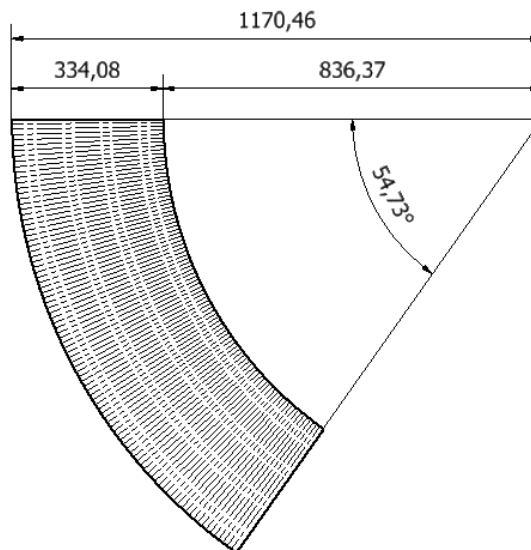


Figura 2 Desarrollo de reducción 14" a 10"

3.1.1.2.2.2 ACCESO A LAS VALVULAS DE ENTRADA DE VAPOR.

Debido a que la válvula que se instalara en la primera entrada de vapor (Imagen 1) se encontrara a una altura de 1.8 metros y se tiene que toda actividad o desplazamiento que ejecuta un trabajador a 1.5 metros o más sobre un nivel inferior es considerado trabajo en alturas según la resolución 1409 de 2012, se requiere fabricar una plataforma de fácil acceso (figura 3) que cumpla con esta normatividad para el acceso a esta válvula, la cual será construida por el taller de la empresa INGENIO PICHICHI S.A con canales que se encuentran en la empresa.



Figura 3 Plataforma de acceso a válvula de la primera entrada de vapor

La válvula que se instalara en la segunda entrada de vapor del evaporador 1C se encuentra a una altura de 1.4 metros, debido a esto no es necesario realizar adecuaciones para acceder a esta válvula.

3.1.2 SALIDA DE VAPOR.

3.1.2.1 CÁLCULOS EN LA SALIDA DE VAPOR DEL EVAPORADOR 1C.

Los valores de presión fueron tomados de los manómetros que se encuentran en las entradas y la salida de vapor con estos valores se obtuvo la temperatura y volumen específico, ya que no es un valor exacto el cual este contenido en tablas termodinámicas para las presiones que arroja el manómetro en las dos entradas del equipo se realizó una interpolación lineal para calcular los valores de temperatura y volumen específico con los valores obtenidos de la tabla A-5E (ÇENGEL, 2011).

Tabla 3 PROPIEDADES DE VAPOR A LA SALIDA DEL EQUIPO

PROPIEDADES DE VAPOR A LA SALIDA	
P [psig]	9
T [°C]	113,934
vol. Esp. [m ³ /kg]	1,07029

En el siguiente cálculo se usa un diámetro de 18” en la tubería ya que es el diámetro de la tubería actual y con el del flujo masico de 22000lb/h de vapor se busca conservar que la velocidad del vapor no sea excesivamente alta en comparación a la de la entrada, la cual es de 30 m/s o 108000m/h.

Los cálculos que se realizarán con los diferentes diámetros de tubería serán los siguientes:

- Área transversal de la tubería.
- Caudal.
- Flujo masico.

Ecuaciones utilizadas:

- $A = \frac{\pi}{4} D^2$
- $\dot{Q} = A * V$
- $\dot{m} = \frac{\dot{Q}}{v}$

A: AREA TRANSVERSAL DE LA TUBERIA.

D: DIAMETRO.

\dot{Q} : CAUDAL.

V: VELOCIDAD LINEAL.

\dot{m} : FLUJO MÁSICO.

v : VOLUMEN ESPECIFICO.

A continuación, se observará como se realizan los cálculos de la primera fila de la TABLA 4, los cuales se realizan igualmente en todas las filas.

- Cálculo de área.

$$A = \frac{\pi}{4} (0.428752m)^2$$

$$A = 0,144378 \text{ m}^2$$

- Cálculo de flujo caudal.

$$22000 \frac{lb}{h} * \frac{1kg}{2,20462 lb} = \frac{\dot{Q}}{1,07029 \frac{m^3}{kg}}$$

$$1,07029 \frac{m^3}{kg} * 22000 \frac{lb}{h} * \frac{1kg}{2,20462 lb} = \dot{Q}$$

$$\dot{Q} = 10680,5 \frac{m^3}{h}$$

- Cálculo de velocidad.

$$10680,5 \frac{m^3}{h} = 0,144378 \text{ m}^2 * V$$

$$V = \frac{10680,5 \frac{m^3}{h}}{0,144378 \text{ m}^2}$$

$$V = 73975,6 \frac{m}{h}$$

Tabla 4 CÁLCULO DE VELOCIDAD EN LA SALIDA DE EVAPORADOR

SALIDA DE VAPOR DE EVAPORADOR 1C							
Flujo másico [kg/h]	Flujo másico [lb/h]	Caudal [m ³ /h]	SCHEDULE 40			área [m ²]	V [m/s]
			Diámetro nominal [in]	Diámetro [in]	diámetro [m]		
9979	22000	10680,47	18	16,88	0,429	0,144	20,56

3.1.2.2 SELECCIÓN DE LA VALVULA EN LA SALIDA DE VAPOR DEL EVAPORADOR 1C Y ADECUACIONES PARA SU INSTALACION.

3.1.2.2.1 SELECCIÓN DE LA VALVULA.

Basado en el cálculo realizado en la Tabla 4, se selecciona una válvula de 18" tipo mariposa debido a que se manejará un gran volumen, las presiones usadas son bajas y estas válvulas no se usarán para regular caudal, solo para cortar el flujo cuando sea requerido.

3.1.2.2.2 ADECUACIONES PARA LA INSTALACIÓN DE LA VALVULA DE SALIDA.

3.1.2.2.2.1 ACCESO A LA VALVULA DE SALIDA DE VAPOR.

La válvula se instalará lo mas cerca posible a la tubería madre de vapor flash y como se observa en la Imagen 4 esta tubería no es de fácil acceso, por los que se requiere una plataforma para facilitar el acceso a esta válvula, ya sea para labores de mantenimiento u operación. Debido a las condiciones en las que se encuentra esta tubería es necesario tener una estructura robusta para que los colaboradores que realicen actividades en esta área no corran riesgo al acceder a ella, la opción de diseño que se selecciono es la de la Figura 4.

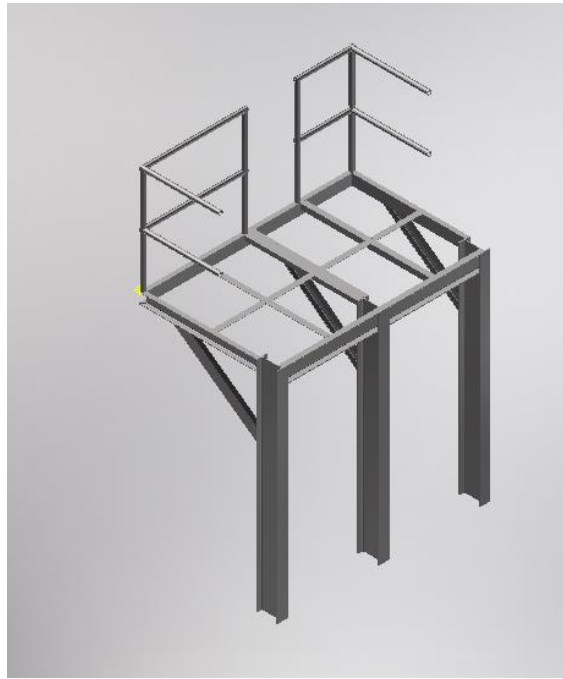


Figura 4 Plataforma de acceso a la válvula de salida de vapor.

3.1.2.2.2.1.1 SIMULACIÓN DE LA PLATAFORMA DE ACCESO A LA VALVULA DE SALIDA DE VAPOR.

Teniendo el diseño de esta plataforma se requiere verificar que esta estructura sea lo suficientemente robusta para garantizar la seguridad de los colaboradores que accedan a esta válvula, para garantizar esta seguridad se procedió a realizar una simulación estática a esta estructura.

3.1.2.2.2.1.1.1 FUERZAS APLICADAS.

Las fuerzas aplicadas son:

- Peso ejercido por dos (2) personas con una masa de 100kg (carga puntual).
- Peso ejercido por una válvula de repuesto y las herramientas requeridas por los colaboradores con una masa total de 100kg más (carga puntual).
- Peso ejercido por una lamina de 3/16" de alfajor la cual tiene una masa de 39.37 kg/m², (carga distribuida).

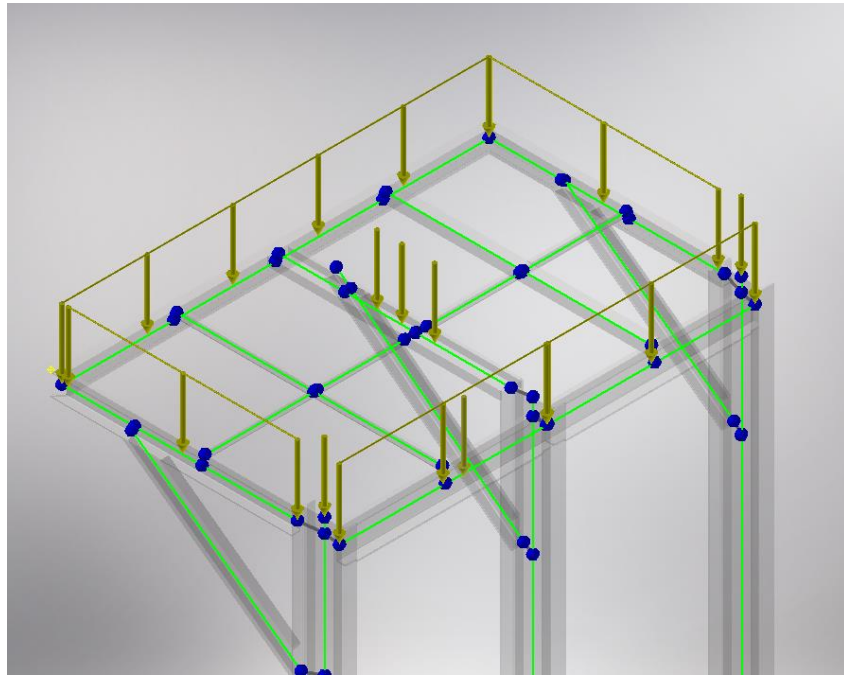


Figura 5 Cargas aplicadas

3.1.2.2.1.1.2 APOYOS FIJOS.

Esta plataforma tendrá tres (3) apoyos fijos como se ve en la Figura 6.

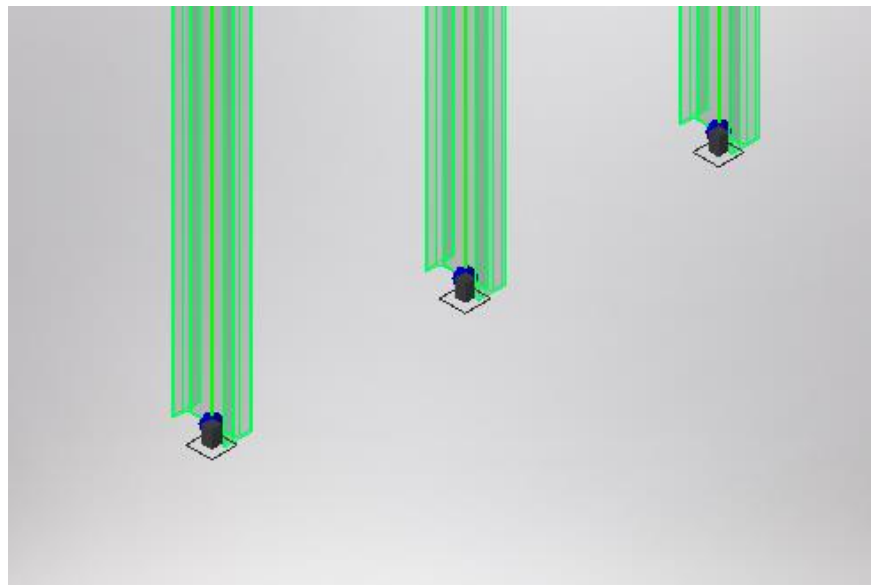


Figura 6 Apoyos de la estructura.

3.1.2.2.2.1.1.3 RESULTADOS OBTENIDOS.

Tenemos que las fuerzas aplicadas en la estructura harán que la estructura tenga una deflexión máxima de 0.8458 milímetros, lo cual nos da seguridad a los colaboradores para realizar actividades en la estructura de forma segura.

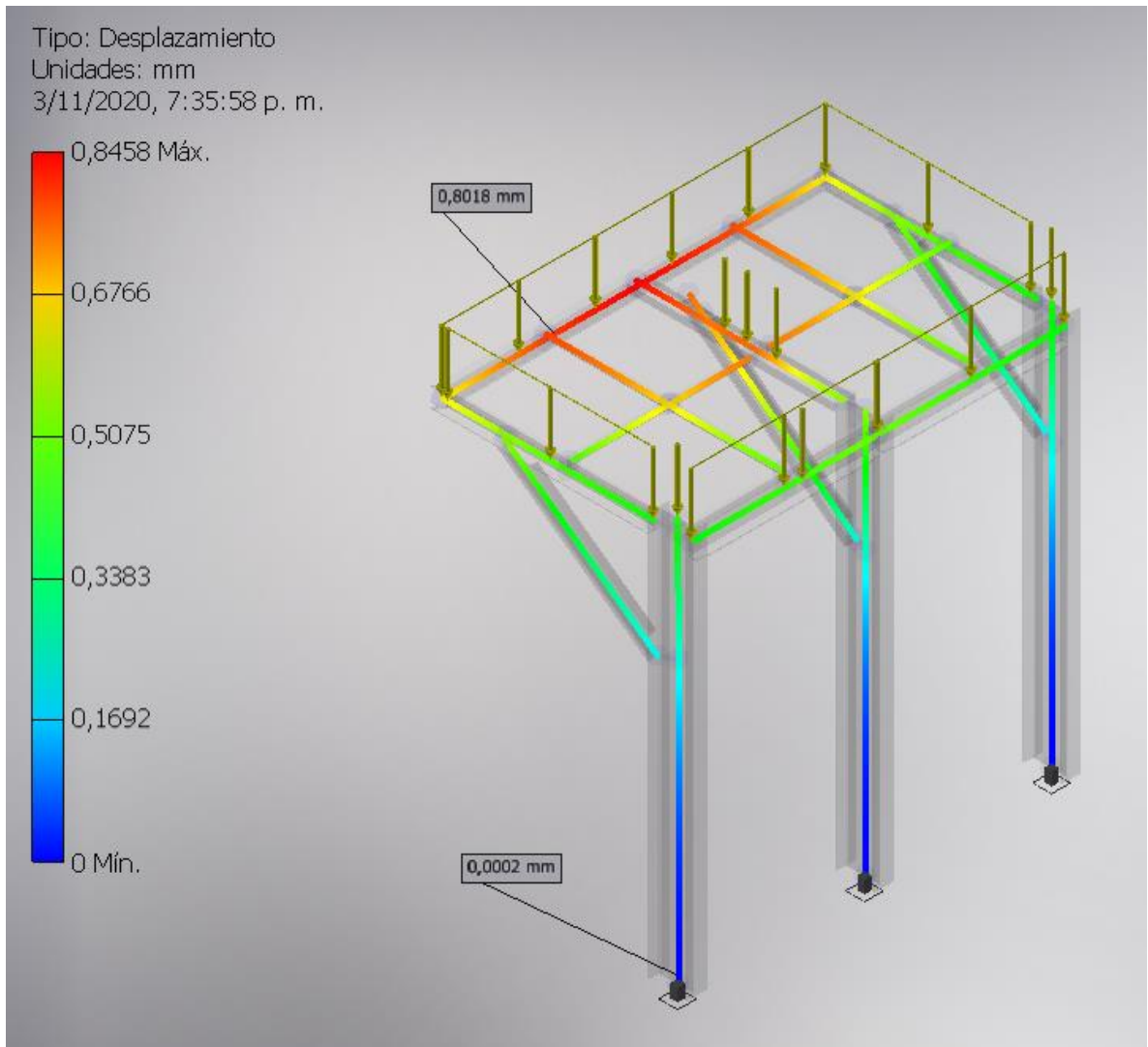


Figura 7 Deformación en la estructura

Conociendo la viga más crítica se analiza el diagrama de esfuerzos máximos y mínimos

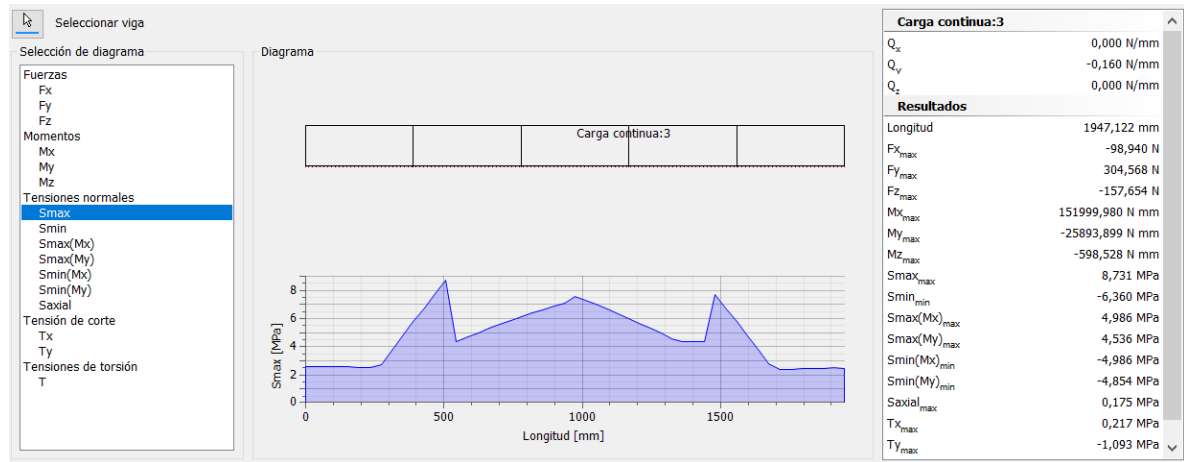


Figura 8 Diagrama de esfuerzos máximos de la viga más crítica.

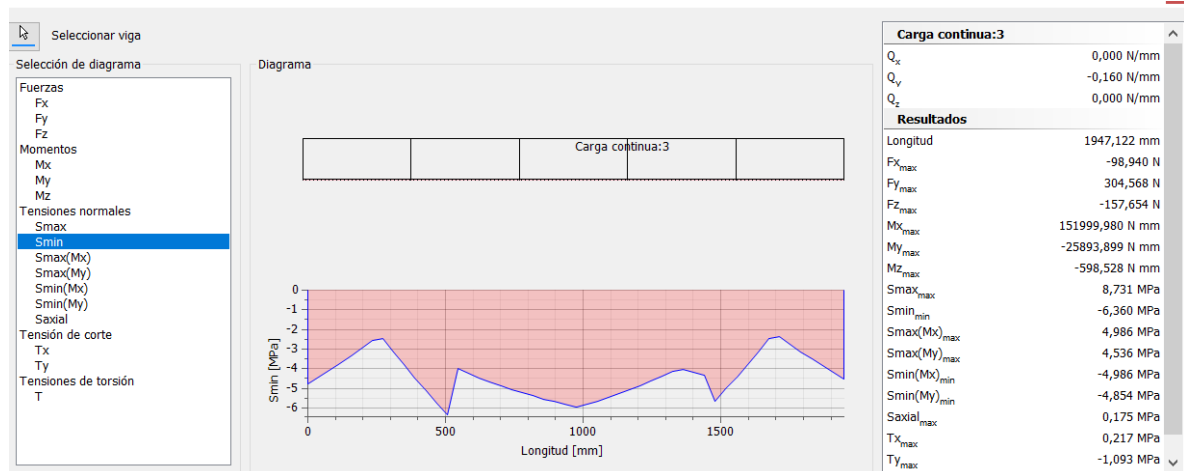


Figura 9 Diagrama de esfuerzos mínimos de la viga más crítica.

De los diagramas se obtiene que el esfuerzo máximo es de 8.731 MPa y el esfuerzo mínimo es de -6.36 MPa, basándonos en el esfuerzo de fluencia del acero A36 250 MPa el cual no es excedido con las cargas aplicadas, concluyendo que la estructura será confiable para el uso de uno (1) o dos (2) colaboradores con sus herramientas.

3.2 BYPASS PARA ENTRADA Y SALIDA DE JUGO.

Para sacar de línea el equipo es necesario que el jugo no entre al evaporador, si no que sea redirigido a la tubería de salida del jarabe por medio de un bypass entre la tubería de entrada de jugo y la tubería de salida de jarabe, además a esto se debe restringir el flujo masico en la entrada y salida del equipo para la seguridad de los colaboradores que realicen el mantenimiento del equipo, esta restricción se realizara con válvulas en la entrada de jugo y en la salida de jarabe. En el bypass se instalará una válvula para restringir el flujo cuando el equipo este en operación.



Imagen 5 Entrada de jugo y salida de jarabe sin bypass

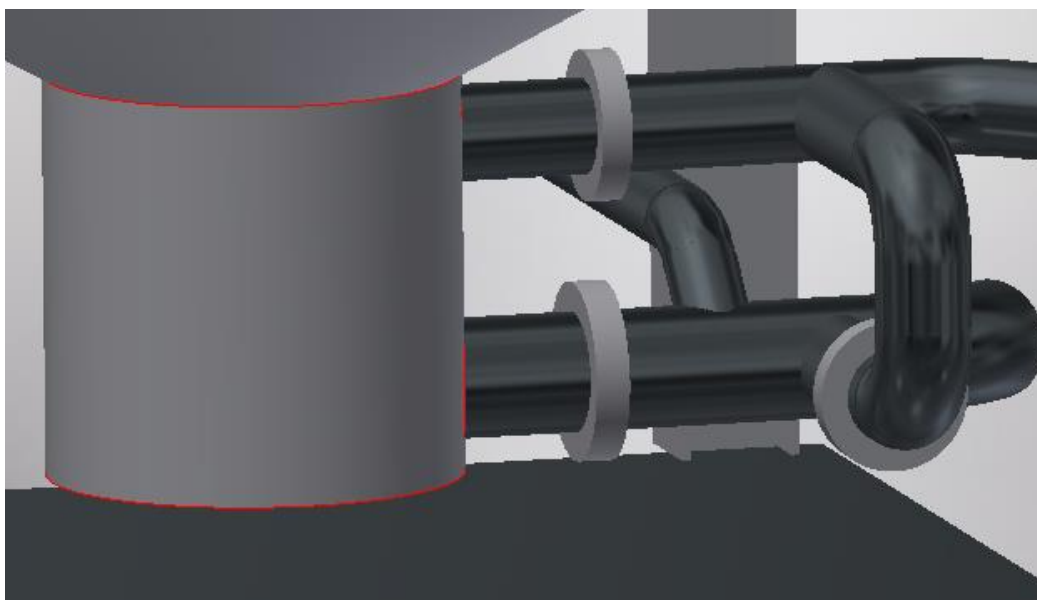


Figura 10 Entrada de jugo y salida de jarabe con bypass y válvulas

3.3 COSTOS DEL PROYECTO.

3.3.1 COSTOS DE LOS MATERIALES DEL PROYECTO.

COSTOS PARA SACAR DE LINEA EL CUERPO 1C		
LINEAS DE TUBERIAS DE JUGO Y VAPOR		
ACTIVIDAD		COSTO TOTAL
BYPASS PARA ENTRADA Y SALIDA DE JUGO	TUBERIA INOX DE 8"	2.470.536
	VALVULA MARIPOSA MANUAL 8" FLOWSEAL DE DOBLE EXCENRICIDAD	6.900.000
	VALVULA MARIPOSA MANUAL 10" FLOWSEAL DE DOBLE EXCENRICIDAD	6.900.000
	STUD END INOX DE 8"	680.000
	FLANCHE LAP JOIN DE 8"	323.784
	STUD END INOX DE 10"	792.000
	FLANCHE LAP JOIN DE 10"	173.458
ENTRADA DE VAPOR	VALVULA MARIPOSA MANUAL 10" DE DOBLE EXCENRICIDAD BRAY	6.061.908
	FLANCHE ACERO AL CARBON DE 10"	520.000
	NIPLE DE LONGITUD 0,5 METROS EN TUBERIA DE 10" DE ACERO AL CARBON	1.412.220
	FLANCHE ACERO AL CARBON DE 16"	300.103
	REDUCCION ACERO AL CARBON 14" A 10"	0
	REDUCCION DE ACERO AL CARBON 12" A 10"	190.000
	REDUCCION DE ACERO ALCARBON 16" A 10"	0

SALIDA DE VAPOR	VALVULA MARIPOSA MANUAL 18" DE DOBLE EXCENRICIDAD BRAY	10.954.335
	NIPLE DE LONGITUD 0,5 METROSEN TUBERIA DE 18" DE ACERO AL CARBON	3.939.840
	FLANCHE ACERO AL CARBON DE 18"	3.261.991
DESCAGUE DE CONDENSADOS DE LA CALANDRIA	VALVULA MARIPOSA MANUAL 4" FLOWSEAL DE DOBLE EXCENRICIDAD	2.055.240
	FLANCHE DE ACERO ALCARBON 4"	77.352
	TUBERIA SCH 40 DE 4"	402.300
TOTAL COSTO MATERIALES LINEAS DE TUBERIAS DE JUGO Y VAPOR		47.415.067

FABRICACIÓN DE PISOS Y ESCALERAS DE ACCESO		
ACTIVIDAD		COSTO TOTAL
FABRICACIÓN DE PISOS Y ESCALERAS PARA FACILITAR EL ACCESO A LA VÁLVULAS PARA EL BLOQUEAR LA SALIDA DEL VAPOR DEL CUERPO 1C	VIGA EN U DE ACERO ALCARBON DE 6"	197.640
	VIGA EN U DE ACERO AL CARBON DE 4"	119.050
	ANGULO ACERO AL CARBON DE 2" X 2" X 1/4"	105.801
	LAMINA DE HIERRO ALFAJOR 3/16"X1.00X3.00	283.790
	TUBO GALVANIZADO 1 1/4	66.500
	PLATINA AC DE 1/4" X 4"	86.701
FABRICACIÓN DE PISOS Y ESCALERAS PARA FACILITAR EL ACCESO A LA VÁLVULAS PARA EL BLOQUEAR LA SALIDA	VIGA ACERO AL CARBON IPE 200	362.880
	VIGA EN U DE ACERO ALCARBON DE 6"	395.280
	VIGA EN U DE ACERO AL CARBON DE 4"	714.300

DEL VAPOR DEL CUERPO 1C	ANGULO ACERO AL CARBON DE 2" X 2" X 1/4"	211.602
	LAMINA DE HIERRO ALFAJOR 3/16"X1.00X3.00	567.580
	TUBO GALVANIZADO 1 1/4	558.600
	PLATINA AC DE 1/4" X 4"	173.402
FABRICACIÓN DE REFUERZO PARA LA ESTRUCTURA EXISTENTE QUE ES SOPORTE DEL PISO Y ESCALERA PARA FACILITAR EL ACCESO A LA VÁLVULAS PARA EL BLOQUEAR LA SALIDA DEL VAPOR DEL CUERPO 1C	VIGA ACERO AL CARBON IPE 200	725.760
	VIGA ACERO AL CARBON HEA 200	2.842.560
	ANGULO 4"X 4"X 1/4"	161.755
TOTAL COSTO MATERIALES FABRICACIÓN DE PISOS Y ESCALERAS DE ACCESO		7.573.201

TOTAL COSTO MATERIALES COSTOS PARA SACAR DE LINEA EL CUERPO 1C	54.988.268
TOTAL COSTO MANO DE OBRA COSTOS PARA SACAR DE LINEA EL CUERPO 1C	9.831.987

TOTAL COSTO PARA SACAR DE LINEA EL CUERPO 1C	64.820.255
TOTAL COSTO PARA SACAR DE LINEA EL CUERPO 1C INCLUIDO IVA	77.136.103

3.3.2 COSTOS DE MANO DE OBRA DEL PROYECTO.

ITEM	PERSONAL O LABOR	TOTAL
1	1. Fabricación y montaje para el bypass para puentear la salida de jugo con la entrada del cuerpo 1C	
1.1	<p>1.1 Fabricación de bypass para puentear la salida de jugo con la entrada del cuerpo 1C consistente en:</p> <p>Dos codos en acero al carbón de 8"</p> <p>Tres bocas de pescado en tubería de 8" a tubería de 8" en acero al carbón, equivalente a Dos metros lineales</p> <p>Una boca de pescado en tubería de 8" a tubería de 10" en acero al carbón, , equivalente a Dos metros lineales</p> <p>Cuatro Planchas en acero al carbón de 8", equivalente a cuatro metros lineales</p> <p>Uniones realizadas mediante tubería de 8" de acero al carbón con una longitud de 1,35 metros, , equivalente a Dos metros lineales</p>	\$ 667.668
1.2	<p>1.2 Montaje del bypass para puentear la salida de jugo con la entrada del cuerpo 1C consistente en:</p> <p>Dos válvulas manuales tipo mariposa e 8" de diámetro, equivalente a Dos metros lineales</p> <p>Cuatro Flanches en acero al carbón de 8", equivalente a cuatro metros lineales</p> <p>Dos codos en acero al carbón de 8", equivalente a Dos metros lineales</p> <p>Dos bocas de pescado en tubería de 8" a tubería de 8" en acero al carbón, equivalente a Dos metros lineales</p> <p>Dos bocas de pescado en tubería de 8" a tubería de 10" en acero al carbón, ,</p>	\$ 516.390

	equivalente a Dos metros lineales Uniones realizadas mediante tubería de 8" de acero al carbón con una longitud de 1,35 metros, , equivalente a Dos metros lineales		
1.3	1.3 Montaje del by pas para puentear la salida de jugo con la entrada del cuerpo 1C consistente en: Una válvula manual tipo mariposa e 10" de diámetro, equivalente a Un metro lineal de tubería de 10" Dos Flanches en acero al carbón de 10", equivalente a Dos metros lineales de tubería de 10"	\$	136.398
2	2. Fabricación y montaje para el bloquear la entrada del vapor del cuerpo 1C		
2.1	2.1 Fabricación de Dos reducciones de 14" a 10" en acero al carbón, equivalente a Dos metros lineales de tubería de 14"	\$	193.768
2.2	2.2 Fabricación de Una reducción de 16" a 10" en acero al carbón, equivalente a Un metro lineal de tubería de 16"	\$	110.859
2.3	2.3 Fabricación de Un niple en tubería de 12" en acero al carbón, para reemplazar la válvula de compuerta que se baja equivalente a Un metro lineal de tubería de 12"	\$	83.069
2.4	2.4 Fabricación de Dos (2) niple de 0,5 metros de longitud cada niple en tubería de 10" en acero al carbón, para ser ubicado entre las válvulas de cada entrada de vapor, equivalente a Un metro lineal de tubería de 10"	\$	138.714
2.4	2.5 Montaje de Dos (2) niple de 0,5 metros de longitud cada niple en tubería de 10" en acero al carbón, para ser ubicado entre las válvulas de cada entrada de vapor, equivalente a Un metro lineal de tubería de 10"	\$	90.932

2.5	2.4 Desmontaje de Una Válvula de 16", ubicada en la tubería de acero al carbón de una de las entradas de vapor, equivalente a Un metro lineal de tubería de 16"	\$ 46.079
2.6	2.5 Desmontaje de Una Válvula de 12", ubicada en la tubería de acero al carbón de una de las entradas de vapor, equivalente a Un metro lineal de tubería de 12"	\$ 33.868
2.7	2.6 Montaje de Dos reducciones de 14" a 10" en acero al carbón, equivalente a Dos metros lineales de tubería de 14"	\$ 132.310
2.8	2.7 Montaje de Una reducción de 16" a 10" en acero al carbón, equivalente a Un metro lineal de tubería de 16"	\$ 73.642
2.9	2.8 Montaje de Una reducción de 12" a 10" en acero al carbón, equivalente a Un metro lineal de tubería de 12"	\$ 54.054
2.10	2.9 Montaje de Cuatro (4) Válvulas manuales tipo mariposa e 10" de diámetro, en las Dos entradas de vapor en tubería de acero al carbón, equivalente a Cuatro metros lineales de tubería de 10"	\$ 181.864
2.11	2.10 Montaje de Ocho (8) Flanches en acero al carbón de 10", equivalente a Ocho (8) metros lineales de tubería de 10"	\$ 363.728
2.12	2.11 Montaje de Un Flanche en acero al carbón de 16", equivalente a Un metro lineal de tubería de 16"	\$ 73.642
3	3. Fabricación y montaje para el bloquear la salida del vapor del cuerpo 1C	
3.1	3.1 Desmontaje de Un niple en tubería de 18" en acero al carbón, ubicado a la salida del vapor, equivalente a Un metro lineal de tubería de 18"	\$ 54.299
3.2	3.2 Fabricación de Un niple en tubería de 18" en acero al carbón, equivalente a Un metro lineal de tubería de 18"	\$ 124.578

3.3	3.3 Montaje de Un niple en tubería de 18" de 0,5 metros en acero al carbón, equivalente a Un metro lineal de tubería de 18"	\$ 86.807
3.4	3.4 Montaje de Dos (2) Válvula manuales tipo mariposa e 18" de diámetro, en la tubería de acero al carbón de salida del vapor, equivalente a Dos (2) metros lineales de tubería de 18"	\$ 173.614
3.5	3.5 Montaje de Dos Flanches en acero al carbón de 18", en la tubería de salida del vapor, equivalente a Dos metros lineales de tubería de 18"	\$ 173.614
4	4. Modificación del descargue de condensados de la calandria del cuerpo 1C	
4.1	4.1 Desmontaje de Una Válvula de 4" de pase directo, ubicada en la tubería de acero al carbón del descargue de condensados de la calandria, equivalente a Un metro lineal de tubera de 4"	\$ 14.857
4,2	4.2 Desmontaje de Dos niples de 20 cm cada uno en tubería de 4" de acero al carbón del descargue de condensados de la calandria, equivalente a Dos metros lineales de tubería de 4"	\$ 29.714
4,4	4.3 Fabricación de Un niple de 40 cm en tubería de 4" de acero al carbón del descargue de condensados de la calandria, equivalente a Un metro lineal de tubería de 4"	\$ 28.069
4,5	4.4 Montaje de Un niple de 40 cm en tubería de 4" de acero al carbón del descargue de condensados de la calandria, equivalente a Un metro lineal de tubería de 4"	\$ 23.102
4,5	4.5 Desmontaje de Un niple de 40 cm cada uno en tubería de 4" de acero al carbón del descargue de condensados de la calandria, equivalente a Un metro lineal de tubería de 4"	\$ 14.857

4,6	4.6 Montaje de Dos flanches de 4" de acero al carbón en la tubería del descargue de condensados de la calandria, equivalente a Dos metros lineales de tubería de 4"	\$ 46.204
4,7	4.7 Montaje de Una Válvula de 4" tipo mariposa, ubicada en la tubería de acero al carbón del descargue de condensados de la calandria, equivalente a Un metro lineal de tubera de 4"	\$ 23.102
4,8	4.8 Fabricación y Montaje de extensión para la operación de la válvula tupo mariposa, ubicada en la tubería del descargue de condensados de la calandria, con un peso de 0,71 Kg	\$ 1.134
5	5. Vigía de seguridad industrial, 59,5 horas en horario diurno de 6:00 AM a 6:00 PM, distribuidas así:	
5.1	5.1 Horas Ordinarias al 100%, con un total de 56 Horas	\$ 1.406.880
5.2	5.2 Horas Extras diurnas al 125%, con un total de 3,5 Horas	\$ 37.671
TOTAL DEL COSTO SOLPED DE SERVICIO		\$ 9.831.987